



DOI 10.33920/igt-2101-02

УДК 620.3:615.214.24

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЙ ЭКСТРАКТ ЛИМОННИКА КИТАЙСКОГО И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕФИРА

А.А. Кролевец, профессор кафедры технологии продуктов питания, заведующий лабораторией «Синтез микро- и наноструктур», ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт», д-р хим. наук, академик РАЕН

Н.И. Мячикова, заведующая кафедрой технологии продуктов питания, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», доцент, канд. техн. наук

С.Г. Глотова, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения, ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт»

К.М. Семичев, студент кафедры технологии продуктов питания, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Е.М. Мамаева, студент кафедры технологии продуктов питания и товароведения, ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт»

В работе приведены свойства наноструктурированного экстракта лимонника китайского, определены самоорганизация и размеры частиц с помощью метода NTA. Использование наноструктурированного экстракта лимонника китайского при производстве кефира показало, что он может быть использован для получения функциональных продуктов питания.

Ключевые слова: наноструктурированный экстракт лимонника китайского, самоорганизация, метод NTA, кефир.

NANOSTRUCTURED EXTRACT OF CHINESE LEMONIC AND ITS USE IN THE PRODUCTION OF KEFIR

A.A. Krolevets, PhD in Chemistry, member of the RANS, professor of the Department of Food Technology, head of the Laboratory of Synthesis of Micro- and Nanostructures, PEI HE Regional Open Social Institute

N.I. Myachikova, PhD Candidate in Engineering, associate professor, head of the Department of Food Technology, FSAEI HE Belgorod State National Research University

S.G. Glotova, associate professor of the Department of Food Technology and Commodity Science, PEI HE Regional Open Social Institute

K.M. Semichev, student of the Department of Food Technology, FSAEI HE Belgorod State National Research University

E.M. Mamaeva, student of the Department of Food Technology and Commodity Science, PEI HE Regional Open Social Institute

The paper presents the properties of a nanostructured *Schisandra chinensis* extract, determines self-organization and particle sizes using the NTA method. The use of nanostructured extract of *Schisandra chinensis* in the production of kefir showed that it can be used to obtain functional foods.

Keywords: nanostructured extract of *Schisandra chinensis*, self-organization, NTA method, kefir.

Семейство схизандровые (в некоторых источниках — аралиевые) на территории России представлено единственным произрастающим в естественных условиях растением — лимонником китайским (дальневосточным). Это листопадная вьющаяся лиана, широко распространенная в Китае, Корее, Японии, а в Российской Федерации — в Хабаровском, Приморском краях, Амурской области. Местами обитания зарослей лимонника являются хвойно-лиственные леса, прогалины, опушки, покрытые травой, старые гари.

Самой высокой биологической активностью обладают семена растения, которые используются для приготовления настойки лимонника. Аптечное общетонизирующее средство растительного происхождения состоит всего из двух компонентов — экстракта лимонника или семян и 95% этилового спирта. Спиртовая основа необходима для лучшего извлечения действующих веществ из растения (при меньшей концентрации спирта они извлекаются хуже).

В гомеопатической медицине для приготовления препаратов используются все части растения, кроме стебля. В медицинскую практику настойка лимонника как стимулирующее и тонизирующее средство при переутомлении введена после ряда клинических исследований химического состава и свойств препарата. Основными действующими веществами, согласно научным заключениям, являются схизандрин (был выделен опытным путем в виде кристаллического безазотистого вещества) и лигнаны (схизандролметиловые эфиры полноксифенолов — соединения дибензоциклооктадиенового ряда).

Сумма основных активных веществ в семенах составляет 3%, они растворены в эфирном масле, которое находится в кожице плодов. Ягоды имеют высокое содержание органических кислот: лимонной (11%), яблочной (10%),

виннокаменной, янтарной, щавелевой. Плодовая мякоть содержит магний, калий, сахара, пектин, дубильные вещества, но не содержит схизандрина. Эфирное масло содержится во всем растении, при этом в семенах обнаруживается только во внутреннем слое семенной кожуры.

Плоды лимонника содержат фенольные (представлены преимущественно группой флавоноидов — катехинами, схизандринами, схизандролом, схизантеринами, томизинами), минеральные соединения, витамины, углеводы. Семенное ядро богато полувысыхающим жирным маслом. В соке зрелых плодов обнаружено высокое содержание витамина С и пектиновых веществ, которые являются натуральными энтеросорбентами.

Международный классификатор лекарственных средств относит настойку лимонника к общетонизирующим препаратам, что обусловлено специфическим воздействием активных веществ, входящих в ее состав. Этот биопрепарат повышает адаптационные возможности человека, то есть является адаптогеном. Эффект спиртовой настойки связан с воздействием на работу центральной нервной системы (ЦНС), эндокринной, иммунной и сердечно-сосудистой систем.

Механизм действия препарата досконально не изучен, но известно, что растительный адаптоген влияет на синтез дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), участвует в регуляции гормонального обмена, изменяет работу ЦНС. Биологически активные вещества, являющиеся составными частями адаптогенов, активизируют метаболизм, клеточный и гуморальный иммунитет, способствуют регенерации клеток организма, оказывают омолаживающее действие.

Настойка лимонника обладает рядом полезных свойств, которые подтверждены научно-доказательной базой. Опытным путем выявлены следующие виды

воздействия, которое оказывает употребление биостимулятора:

- противовоспалительное — являясь источником эфирных масел, дубильных веществ и флавоноидов, растение ингибирует действие циклооксигеназы, которая участвует в синтезе регуляторов развития воспаления;
- антигрибковое — фактором устойчивости по отношению к некоторым видам патогенных грибков обладают флавоноиды, входящие в состав препарата;
- иммуностимулирующее — высокая насыщенность витаминами и минералами способствует повышению концентрации иммуноглобулинов, в результате чего запускается механизм реализации защитных свойств организма;
- противоопухолевое — органические кислоты, магний и калий усиливают антибластомную активность цитостатинов, задерживают рост злокачественных образований, повышают уровень гликогена в печени;
- тонизирующее — схизандрин стимулирует работу сердца и дыхательного аппарата, за счет чего активизируется фосфорилирование глюкозы, что вызывает прилив сил;
- противомикробное — флавоноиды и дубильные вещества в сочетании с аскорбиновой кислотой способны изменять активность ферментов и подавлять рост патогенных микроорганизмов;
- антиоксидантное — предотвращается эффект интоксикации при окислении свободных радикалов ненасыщенных жирных кислот, которое является результатом истощения организма.

Заметный тонизирующий эффект после употребления адаптогена наступает через 30–40 минут и длится от 4 до 6 часов, но для достижения устойчивых результатов лечения необходимо пройти полный курс.

После приема рекомендованной дозы стимулятора в организме начинают происходить следующие изменения:

- повышается работоспособность;
- улучшаются концентрация внимания, память, сосредоточенность;
- возрастают активность головного мозга и скорость мыслительной деятельности;
- ощущаются бодрость, прилив сил;
- улучшается аппетит;
- повышается острота зрения;
- устраняется кислородное голодание;
- растут силовая выносливость и тонус мышц.

Настойка лимонника оказывает быстрый эффект и при наружном применении. Лечение заболеваний кожи, таких как витилиго, псориаз, дерматозы, с помощью биопрепарата способствует ускорению естественных процессов эпителизации. Долго не заживающие раны (трофические язвы) после обработки препаратом начинают заживать быстрее, проходит ощущение стянутости кожных покровов.

Из ягод лимонника готовят кисель, джем, прохладительные напитки, в кондитерском производстве — начинку для конфет (например, корейских хангва). Сок используют для букетирования вин. Из листьев и коры заваривают чай, обладающий нежным лимонным ароматом и имеющий противцинготные свойства. В Корее такой чай очень популярен и называется «омиджа хвачхэ».

Размер нанокапсул, содержащих биологически активные соединения, имеет существенное значение для их физиологической активности в организме [1]. На примере многих лекарственных веществ было показано, что уменьшение размеров частиц приводит к изменению биодоступности и эффективности [2].

Измерения проводили на мультипараметрическом анализаторе наночастиц Nanosight LM0 производства Nanosight

Ltd (Великобритания) в конфигурации HS-BF (высокочувствительная видеокамера Andor Luca, полупроводниковый лазер с длиной волны 405 нм и мощностью 45 мВт). Прибор основан на методе анализа траекторий наночастиц

(Nanoparticle Tracking Analysis, NTA), описанном в ASTM E2834.

Оптимальным соотношением для разведения было выбрано 1:100. Для измерения были выбраны параметры прибора: Camera Level = 16, Detection

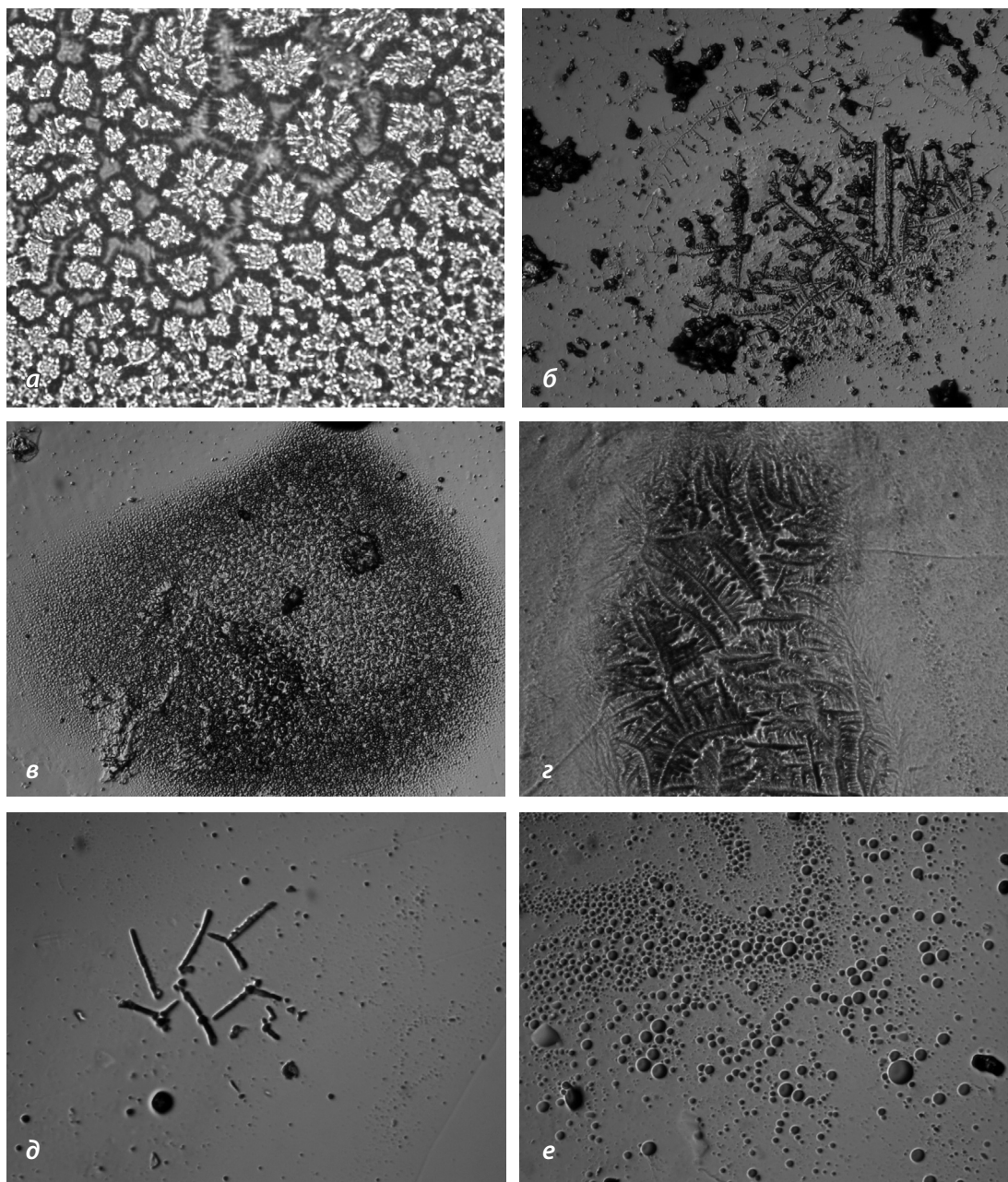


Рис. 1. Конфокальное изображение

наноструктурированного экстракта лимонника китайского:

- а)** в альгинате натрия, концентрация 0,25%, соотношение «ядро : оболочка» 1:3;
- б)** в каррагинане, концентрация 0,125%, соотношение «ядро : оболочка» 1:3;
- в)** в конжаковой камеди, концентрация 0,25%, соотношение «ядро : оболочка» 1:3;
- з)** в ксантановой камеди, концентрация 0,25%, соотношение «ядро : оболочка» 1:3;
- д)** в желлановой камеди, концентрация 0,125%, соотношение «ядро : оболочка» 1:3;
- е)** в натрий карбоксиметилцеллюлозе, концентрация 0,25%, соотношение «ядро : оболочка» 1:3

Threshold = 10 (multi), Min Track Length — Auto, Min Expected Size — Auto. Длительность единичного измерения — 215 секунд, использован шприцевой насос.

Исследование самоорганизации нанокapsул проводили следующим образом. Порошок наноструктурированного лимонника китайского растворяли в воде, каплю наносили на предметное стекло и выпаривали. Высушенную поверхность исследовали на микроскопе «Микромед 3» вар. 3-20. На этом же приборе получена микрофотография с самоорганизацией с увеличением в 400 раз, которая представлена на рис. 1.

Поскольку в водном растворе нанокapsул при их достаточно низкой концентрации обнаружены фрактальные композиции, следовательно, наноструктурированный лимонник обладает самоорганизацией. Образование нанокapsул происходит спонтанно за счет нековалентных взаимодействий, и это говорит о том, что для них характерна самосборка. Следовательно, наноструктурированный

экстракт лимонника китайского обладает супрамолекулярными свойствами.

Как видно из рис. 2–9 и таблиц 1–8, размер наночастиц с лимонником китайским существенно не зависит от природы оболочки. Так, наименьший размер наночастиц наблюдается в высокоэтерифицированном яблочном пектине и альгинате натрия (98 и 185 нм), в остальных изученных оболочках — всего 207–295 нм. А коэффициент полидисперсности в изученных оболочках составляет от 2,00 до 6,22, что позволяет говорить о том, что геометрия нанокapsулы лимонника китайского не зависит от природы оболочки и только в альгинате натрия (1,29) она приближается к шаровидной форме.

Полученный наноструктурированный экстракт лимонника китайского был использован для производства кисломолочных продуктов, в частности кефира.

Физико-химические и органолептические показатели полученного кефира из молока представлены в таблицах 9 и 10.

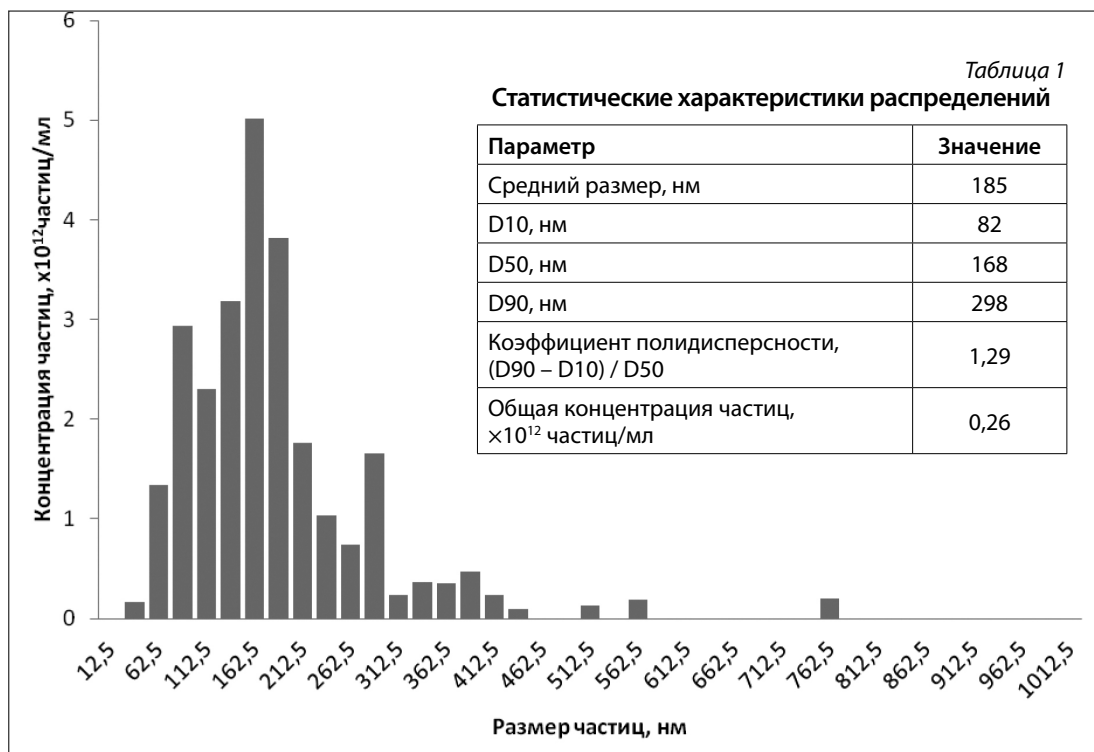


Рис. 2. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул экстракта лимонника китайского в альгинате натрия (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

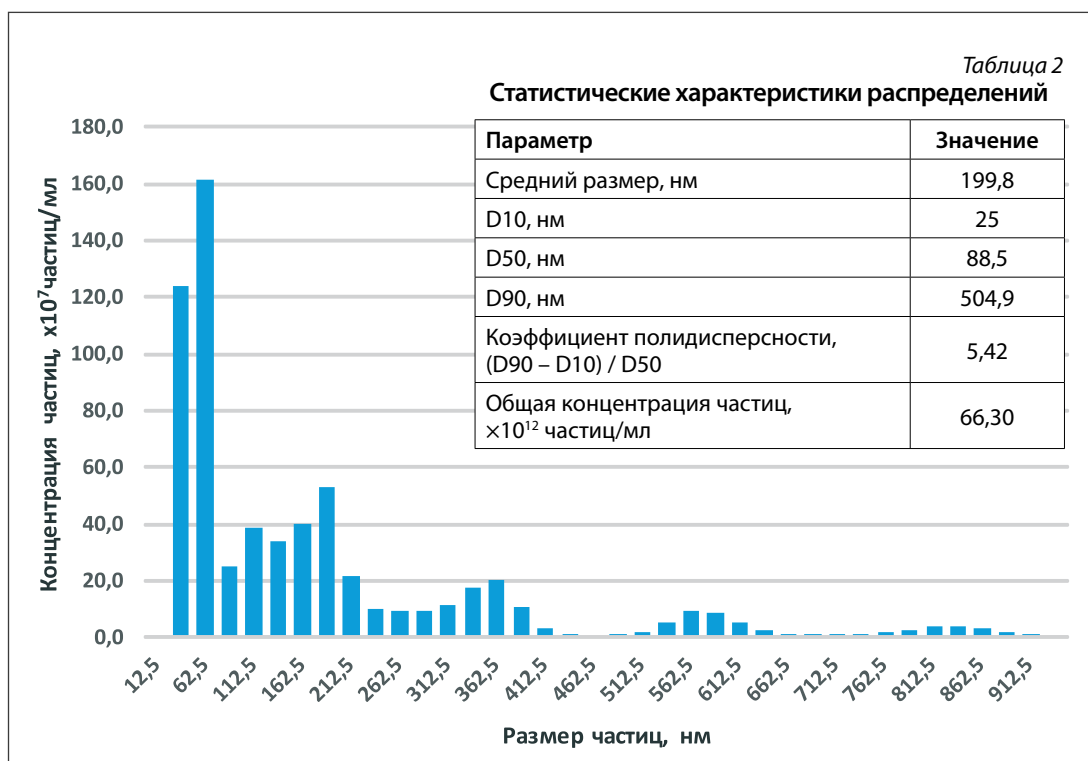


Рис. 3. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул экстракта лимонника китайского в ксантановой камеди (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

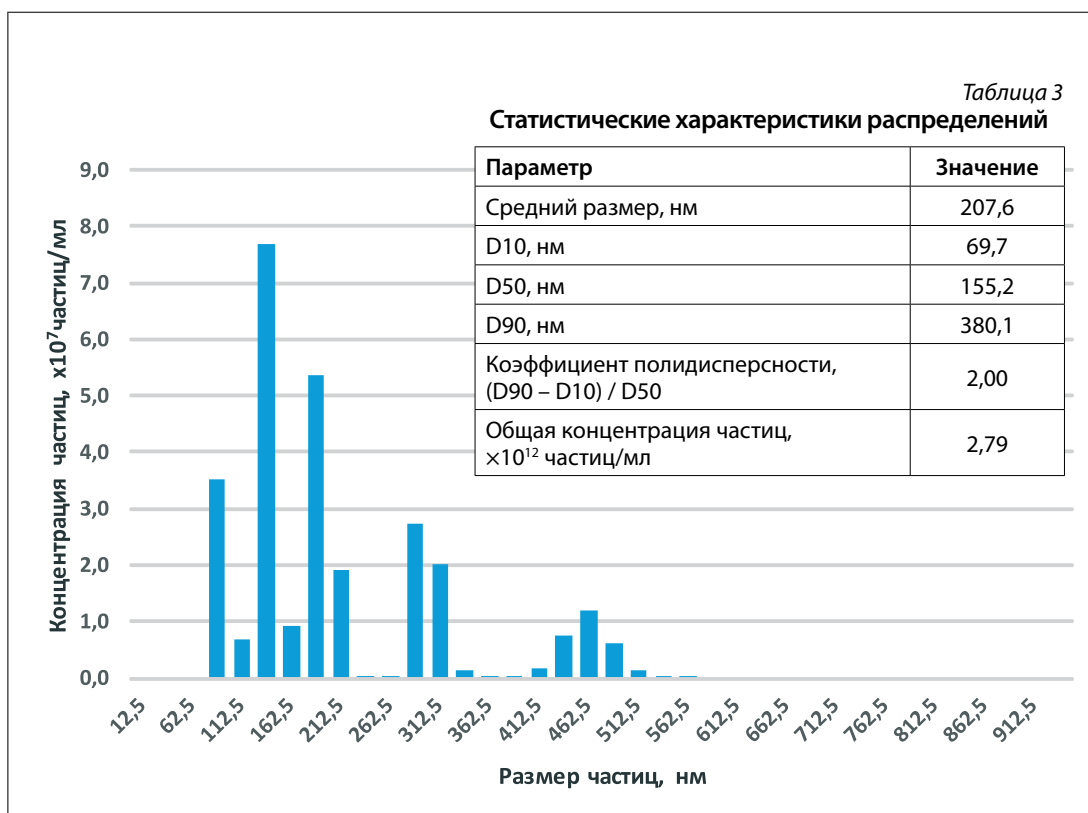


Рис. 4. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул экстракта лимонника китайского в агар-агаре (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

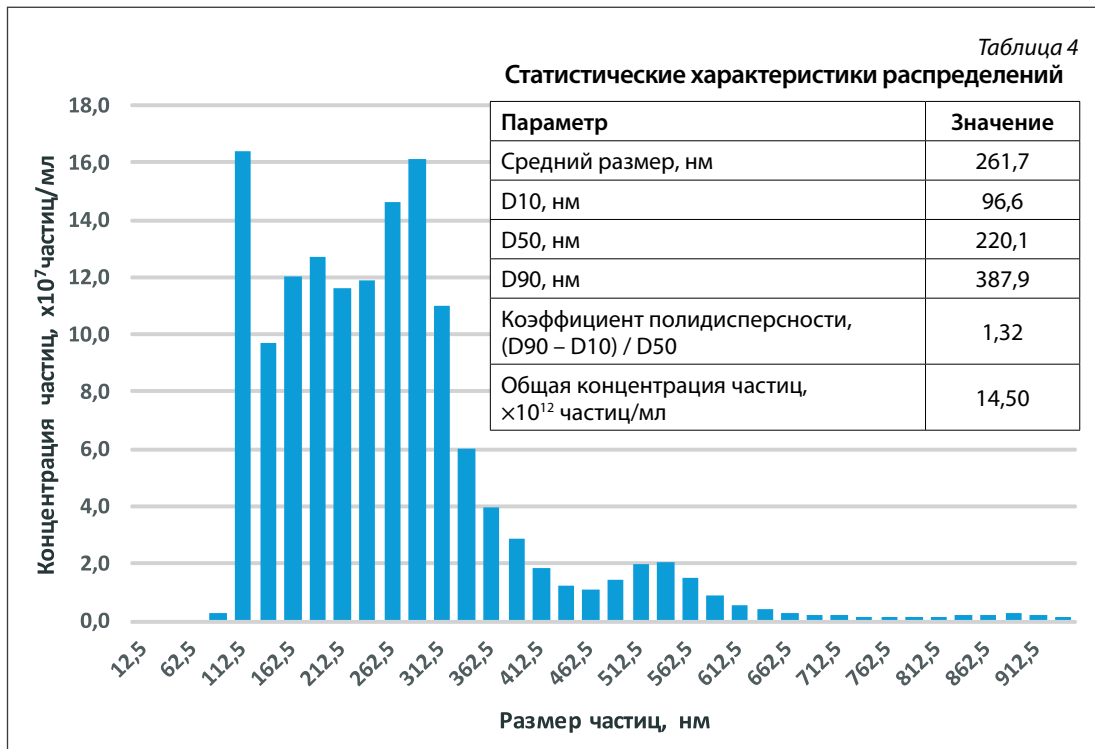


Рис. 5. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул экстракта лимонника китайского в желатиновой камеди (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)



Рис. 6. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул экстракта лимонника китайского в конжаковой камеди (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)



Рис. 7. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул экстракта лимонника китайского в высокоэтерифицированном яблочном пектине (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

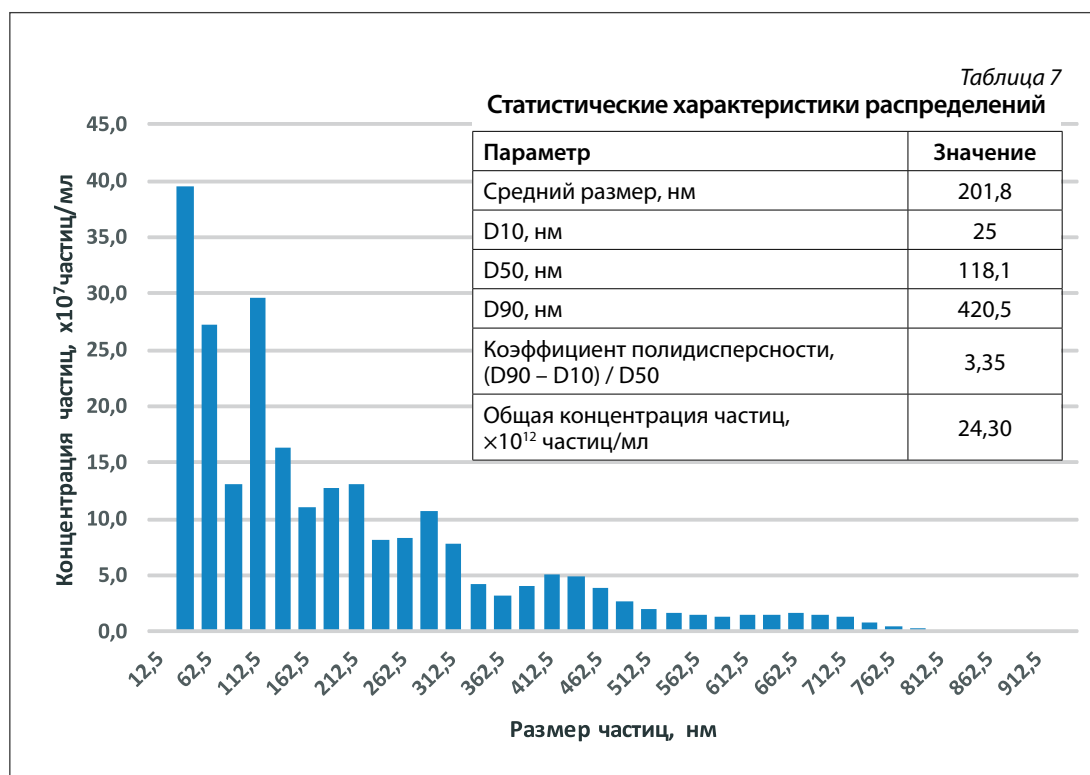


Рис. 8. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул экстракта лимонника китайского в каррагинане (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

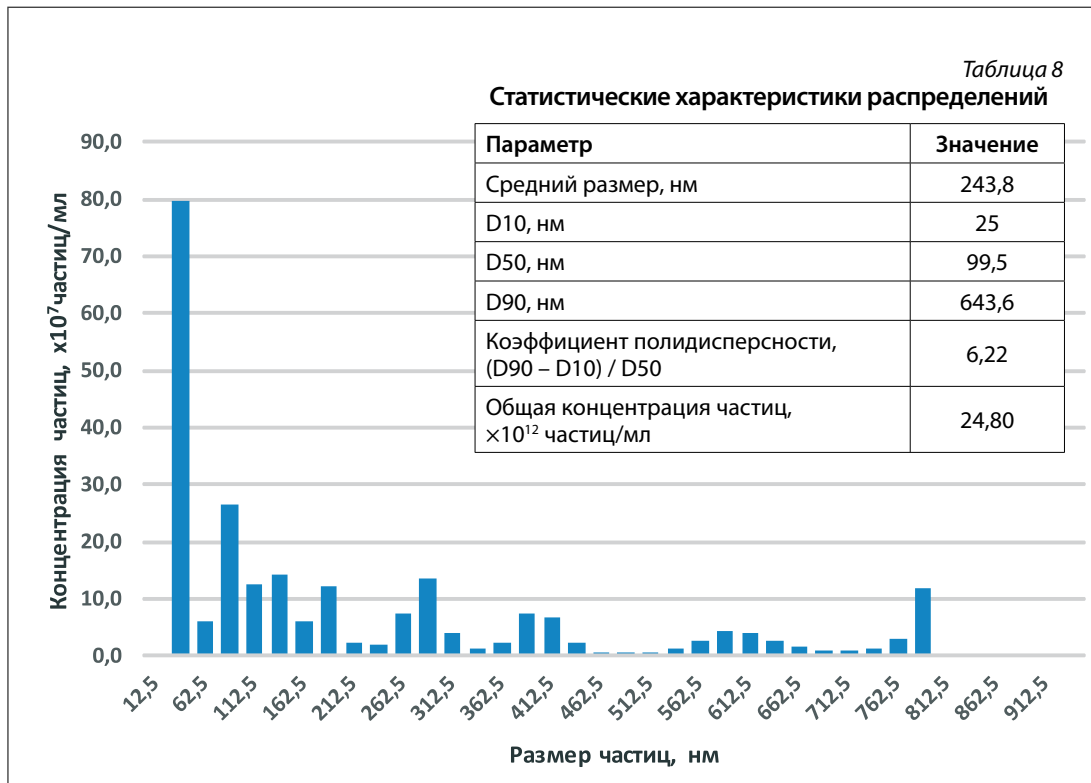


Рис. 9. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул экстракта лимонника китайского в натрий карбоксиметилцеллюлозе (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

Таблица 9

Физико-химические показатели полученных кефиров

Характеристика	Оболочка			
	альгинат натрия	ксантановая камедь	каррагинан	конжаковая камедь
Продолжительность сквашивания, ч	8	8	8	8
Активная кислотность, pH	4,7	4,8	4,6	4,7
Продолжительность хранения, сут.	14	14	14	14
Характеристика	Оболочка			
	геллановая камедь	натрий карбоксиметилцеллюлоза	агар-агар	ВЭ яблочный пектин / ВЭ цитрусовый пектин
Продолжительность сквашивания, ч	8	8	8	8/8
Активная кислотность, pH	4,8	4,8	4,7	4,8/4,7
Продолжительность хранения, сут.	14	14	14	14/14

Примечание. ВЭ — высокоэтерифицированный.

Таблица 10

Характеристика органолептических показателей

Оболочка	Внешний вид, консистенция	Вкус и запах	Цвет
Альгинат натрия	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Ксантановая камедь	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Каррагинан	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Конжаковая камедь	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Геллановая камедь	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Натрий карбоксиметил-целлюлоза	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Агар-агар	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
ВЭ яблочный пектин	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
ВЭ цитрусовый пектин	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
НЭ яблочный пектин	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе
НЭ цитрусовый пектин	Сгусток мелкоструктурированный, однородный, в меру вязкий	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый, равномерный по всей массе

Примечание. НЭ — низкоэтерифицированный.

ВЫВОДЫ

Полученные в работе результаты позволяют говорить о том, что синтезированные наноструктурированные препараты на основе лимонника китайского обладают благоприятными размерами и кефир, полученный на его основе, не только соответствует ГОСТу, но и обладает функциональными свойствами.

Библиографический список

1. Patent 20110223314 United States, International Class B05D 7/00 20060101 B05D007/00. Efficient Microencapsulation. ZHANG; Xiaoxiao (Honolulu, HI); Garmire; David (Honolulu, HI); Ohta; Aaron (Honolulu, HI). Serial № 045244. Filed: March 10, 2011.
2. Vidhyalakshmi R., Bhakyaraj R., Subhasree R.S. A Review // Advances in Biological Research. — 2009. — Vol. 3–4. — P. 96–103.